



**FACULDADE SENAI DE TECNOLOGIA “MARIANO FERRAZ”
PÓS-GRADUAÇÃO EM GESTÃO DE ENERGIA E EFICIÊNCIA
ENERGÉTICA**

**Augusto Colombo de Sousa
Edgard Gonçalves Cardoso
Francisco Lira
Humberto de Souza Megda**

GESTÃO DE ENERGIA

*Relatório 2 de Prática: Caracterização de Carga
Resistiva e Não Lineares*

Objetivo

Este relatório tem por finalidade fornecer os resultados de ensaio de medição e caracterização de cargas indutivas, obtendo as formas de onda da tensão e corrente e, por fim, representar o triângulo de potência.

Orientação: Professor Dr. Hermon Leal Moreira

**São Paulo / SP
2021**

Lista de Figuras

Figura 1 – Kit para análise de energia (visão geral).....	9
Figura 2 – Kit para análise de energia (vista do painel de controle).....	9
Figura 3 – Osciloscópio digital Tektronix.....	11
Figura 4 – Ponta de prova de tensão passiva.....	12
Figura 5 – Ponta de Prova de Corrente.....	12
Figura 6 – Smart Cap 485.....	13
Figura 7 – Smart Control D.....	13
Figura 8 – Valores das tensões nas três fases.....	14
Figura 9 – Valores das correntes nas três fases.....	14
Figura 10 – Forma de onda da tensão e corrente.....	15
Figura 11 – Potência Ativa, Reativa e Aparente na Fase 1.....	16
Figura 12 – Potência Ativa, Reativa e Aparente na Fase 2.....	16
Figura 13 – Potência Ativa, Reativa e Aparente na Fase 3.....	16
Figura 14 – Potências totais Ativa, Reativa e Aparente.....	16
Figura 15 – Fator de potência medido no Smart Cap 485.....	18
Figura 16 – Triângulo das Potências.....	18
Figura 17 – Valores das tensões nas três fases.....	20
Figura 18 – Valores das correntes nas três fases.....	20
Figura 19 – Forma de onda da tensão e corrente.....	20
Figura 20 – Potência Ativa, Reativa e Aparente na Fase 1.....	21
Figura 21 – Potência Ativa, Reativa e Aparente na Fase 2.....	21
Figura 22 – Potência Ativa, Reativa e Aparente na Fase 3.....	21
Figura 23 – Potências totais Ativa, Reativa e Aparente.....	21
Figura 24 – Fator de potência medido no Smart Cap 485.....	23
Figura 25 – Triângulo das Potências.....	23

Lista de Tabelas

Tabela 1 – Acionamento da chave SW1 mais 480[W]	14
Tabela 2 – Valores das tensões e das correntes nas três fases.....	15
Tabela 3 – Potência Ativa, Reativa e Aparente por fase e a somatória das três fases	16
Tabela 4 – Fator de potência e ângulo de defasagem calculados.....	17
Tabela 5 – Comparação entre o fator de potência calculado com o medido	17
Tabela 6 – Potências totais ativa, reativa e aparente, fator de potência e cosseno de phi	19
Tabela 7 – Acionamento da chave SW1 mais 480[W] e Lâmpada	19
Tabela 8 – Valores das tensões e das correntes nas três fases.....	19
Tabela 9 – Potência Ativa, Reativa e Aparente por fase e a somatória das três fases	22
Tabela 10 – Fator de potência e ângulo de defasagem calculados.....	22
Tabela 11 – Comparação entre o fator de potência calculado com o medido	22

Sumário

Lista de Figuras.....	2
Lista de Tabelas	3
1 OBJETIVO.....	6
1.1 Objetivos específicos.....	6
2 DEFINIÇÕES	7
2.1 Potência.....	7
2.2 Energia.....	7
2.3 Potência Ativa	7
2.4 Energia Ativa	7
2.5 Potência Reativa	7
2.6 Energia Reativa	7
2.7 Potência Aparente	7
2.8 Cargas Resistivas	8
2.9 Cargas não lineares	8
3 LISTA DE EQUIPAMENTOS.....	9
3.1 Kit para análise de demanda e fator de potência - XE501	9
3.1.1 Osciloscópio digital Tektronix	10
3.1.2 Ponta de prova para osciloscópio	11
3.1.3 Ponta de Prova de Corrente.....	12
4 ATIVIDADE PRÁTICA.....	14
4.1 Acionamento da chave SW1 mais 480[W] (a)	14
4.2 Forma de onda da tensão e corrente (b).....	15
4.3 Valores das potências (c).....	15
4.4 Cálculo o fator de potência total e o ângulo de defasagem (d).....	17
4.5 Comparação entre o fator de potência calculado com o medido (e)	17
4.6 Triângulo das potências (f)	18
4.7 Acionamento da chave SW1 mais 480[W] (g)	19
4.8 Forma de onda da tensão e corrente (h).....	20
4.9 Valores das potências (i).....	21
4.10 Cálculo o fator de potência total e o ângulo de defasagem (j).....	22
4.11 Comparação entre o fator de potência calculado com o medido (k)	22
4.12 Triângulo das potências (l).....	23
5 IMPORTÂNCIA DOS CÁLCULOS NO GERENCIAMENTO DE ENERGIA	24

5.1	Potência Ativa Total	24
5.2	Potência Reativa Total.....	24
5.3	Potência Aparente Total.....	24
5.4	Fator de Potência.....	24
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	25
7	REFERÊNCIAS.....	26

1 OBJETIVO

Este relatório tem por objetivo apresentar os procedimentos realizados e os dados coletados em experimento de caracterização de cargas resistivas e caracterização e cargas lineares.

1.1 Objetivos específicos

- Caracterizar cargas resistivas.
- Caracterizar carga não linear.

2 DEFINIÇÕES

2.1 Potência

A potência elétrica é uma grandeza física que mede a quantidade de trabalho realizado em determinado intervalo de tempo, ou seja, é a taxa de variação da energia, de forma análoga à potência mecânica.

2.2 Energia

Potencial inato para executar trabalho ou realizar uma ação.

2.3 Potência Ativa

Potência que efetivamente realiza trabalho gerando calor, luz, movimento, etc. É medida em kW.

2.4 Energia Ativa

A energia ativa, medida em kWh, é a energia que realmente executa trabalho, ou seja, no caso dos motores é a energia responsável pelo movimento de rotação.

2.5 Potência Reativa

Potência usada apenas para criar e manter os campos eletromagnéticos das cargas indutivas. É medida em kVAr.

2.6 Energia Reativa

A energia reativa, medida em kVArh, é a componente da energia elétrica que não realiza trabalho, mas é consumida pelos equipamentos com a finalidade de formar os campos eletromagnéticos necessários para o funcionamento.

2.7 Potência Aparente

Potência Aparente é a potência total que é entregue à carga, sendo composta pela combinação obrigatória das potências Ativa (ou Real), medida em kW, e a potência Reativa, medida em kVAr. A potência aparente é medida em KVA

2.8 Cargas Resistivas

Cargas consistindo de qualquer elemento de aquecimento são classificadas como cargas resistivas. Estes incluem luzes incandescentes, torradeiras, fornos, aquecedores e cafeteiras. Uma carga que atrai corrente em um padrão sinusoidal de corrente e minguante em conjunto com uma variação senoidal de tensão - ou seja, os pontos máximo, mínimo e zero dos valores de tensão e corrente ao longo do tempo - é puramente resistiva e não inclui outros elementos.

2.9 Cargas não lineares

Cargas não lineares, no campo de estudos dos circuitos elétricos, se referem a equipamentos consumidores de corrente elétrica. O termo não se relaciona a carga elétrica, de corpos carregados eletricamente, cuja carga é medida na unidade de coulomb, por exemplo.

Diferentes cargas elétricas apresentam diferentes relações tensão elétrica x corrente elétrica. Em cargas puramente resistivas, esta relação é linear, sendo o gráfico tensão x corrente uma reta que passa pela origem e tem inclinação igual à resistência ôhmica da carga.

3 LISTA DE EQUIPAMENTOS

3.1 Kit para análise de demanda e fator de potência - XE501

Este kit é composto por diversos equipamentos elétricos, eletrônicos e eletromecânicos, sendo destinado a análise de demanda e fator de potência, indicadores estes imprescindíveis na análise de qualidade de energia.



Figura 1 – Kit para análise de energia (visão geral)

Fonte: Arquivo pessoal dos autores



Figura 2 – Kit para análise de energia (vista do painel de controle)

Fonte: Arquivo pessoal dos autores

Principais componentes do kit didático:

- 1 Medidor eletrônico de energia elétrica ELO 2113D
- 1 Smart Control D - Controlador de demanda
- 1 Smart Cap 485 - Controlado de fator de potência
- 1 inversor de frequência CFW08 para motor de 2CV
- 1 amperímetro digital
- 3 motores WEG 2CV 220/380V
- lâmpadas tubulares (20 W cada)
- 3 reatores (2 lâmpadas tubulares 20 W)
- 2 coolers 120 x 120 x 38mm 127/220 V

- 3 lâmpadas incandescentes 200 W
- 3 lâmpadas incandescentes 100 W
- 3 lâmpadas incandescentes 60W
- 1 capacitor 0,5 kVAr
- 2 capacitores 0,75 kVAr
- 1 capacitor 1,5 kVAr
- 1 capacitor 2,0 kVAr
- Reatores para descarga para bancos de capacitores de até 100 KVAR
- Transformadores de corrente (TC)

3.1.1 Osciloscópio digital Tektronix

O osciloscópio é um instrumento de medida de sinais elétricos/eletrônicos que apresenta gráficos a duas dimensões de um ou mais sinais elétricos. O eixo vertical do ecrã representa a intensidade do sinal e o eixo horizontal representa o tempo, tornando o instrumento útil para mostrar sinais periódicos.

Características técnicas:

- Osciloscópio Digital
- Marca: Tektronix
- Modelo: TBS1052C
- Banda de frequência: 50Mhz
- Canais 2
- Tela de cristal líquido WVGA (800 x 480 pixels) colorida de 7 polegadas
- Taxa de amostragem em todos os canais
- Janela FFT dupla, monitora simultaneamente os domínios de tempo e frequência
- Resolução vertical de 8 bits
- Sensibilidade vertical 1mV a 10V/div nas entradas BNC
- Máxima tensão entre o sinal e referência terra na entrada BNC de 300VRMS

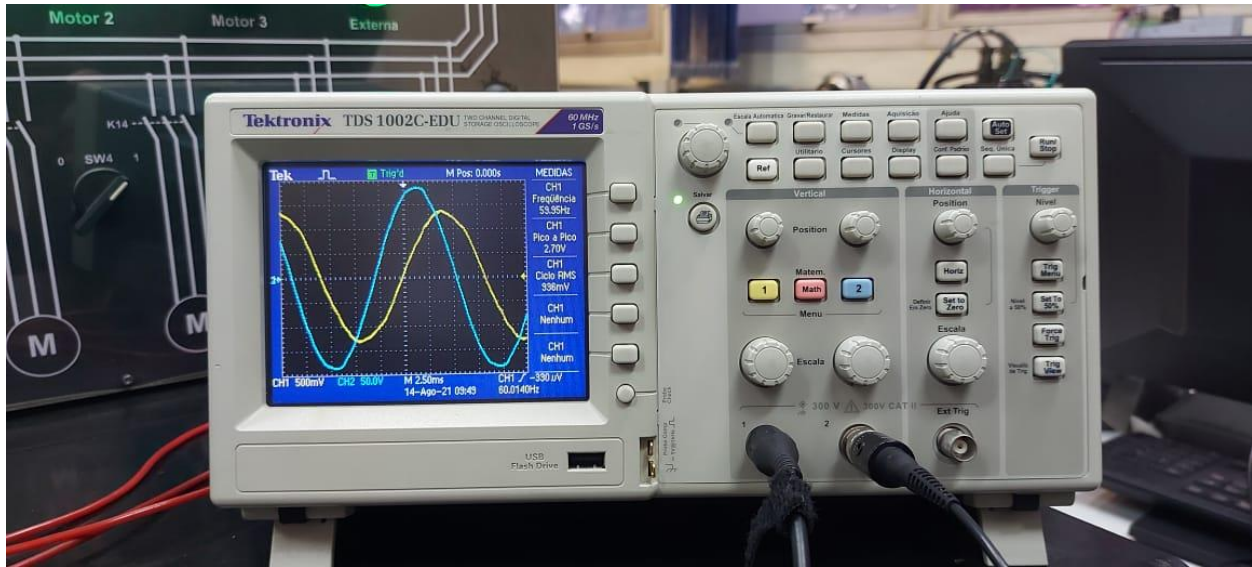


Figura 3 – Osciloscópio digital Tektronix
Fonte: Arquivo pessoal dos autores

3.1.2 Ponta de prova para osciloscópio

Uma Ponta de Prova para Osciloscópio é um dispositivo que faz uma conexão física e elétrica entre um ponto de teste ou fonte de sinal em um osciloscópio.

Dependendo da sua necessidade de medição, essa conexão pode ser feita com algo tão simples quanto um comprimento de fio ou com algo tão sofisticado quanto uma ponta de osciloscópio diferencial ativa.

Essencialmente, uma ponteira de osciloscópio é um dispositivo ou rede que conecta a fonte de sinal à entrada do seu osciloscópio.

Ponta de prova de tensão passiva - As pontas de tensão passiva estão disponíveis com vários fatores de atenuação - 1X, 10X e 100X - para diferentes faixas de tensão. A sonda passiva 10x é a mais comum e normalmente fornecida com a maioria dos osciloscópios.



*Figura 4 – Ponta de prova de tensão passiva
Fonte: Arquivo pessoal dos autores*

3.1.3 Ponta de Prova de Corrente

A ponta de corrente é projetada para detectar a força do campo eletromagnético e convertê-lo em uma tensão correspondente para medição por um osciloscópio.



*Figura 5 – Ponta de Prova de Corrente
Fonte: Arquivo pessoal dos autores*



Figura 6 – Smart Cap 485
Fonte: Arquivo pessoal dos autores



Figura 7 – Smart Control D
Fonte: Arquivo pessoal dos autores

4 ATIVIDADE PRÁTICA

Nessa prática, foram acionadas cargas resistivas e cargas não lineares, conforme descrito nos subitens a seguir.

4.1 Acionamento da chave SW1 mais 480[W] (a)

Acionou-se a chave SW1 mais 480[W], que para ligar o banco de lâmpadas incandescente. Pressionou-se no SMART CAP 485 a tecla “f1”, visualizando assim o valor de tensão em cada fase, em seguida pressionou-se a tecla “f2”, visualizando assim o valor de corrente em cada fase. Os dados obtidos foram anotados.

Controle	Status	Carga
SW1	On	Resistiva
A	On	180 W
B	Off	300 W
C	Off	
SW2	Off	
SW3	On	
SW4	Off	
SW5	Off	
SW6	Off	
SW7	On	

Tabela 1 – Acionamento da chave SW1 mais 480[W]

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Exsto



Figura 8 – Valores das tensões nas três fases
Fonte: Arquivo pessoal dos autores



Figura 9 – Valores das correntes nas três fases
Fonte: Arquivo pessoal dos autores

V1:	130,3 V	V2:	130,6 V	V3:	130,5 V
A1:	1,14 A	A2:	0,90 A	A3:	0,85 A

Tabela 2 – Valores das tensões e das correntes nas três fases

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Exsto

4.2 Forma de onda da tensão e corrente (b)

A obtenção da forma de onda da tensão e corrente foi realizada com o auxílio do osciloscópio, utilizando o manual do fabricante como referência para efetuar ligações.



Figura 10 – Forma de onda da tensão e corrente

Fonte: Arquivo pessoal dos autores

O ponto de medida de corrente é apenas para referência da forma de onda e não pode ser considerado para cálculo de fator de potência, pois o filtro utilizado provoca uma defasagem na forma de onda.

4.3 Valores das potências (c)

Foi medido no SMART CAP 485 o valor de Potência Ativa, Reativa e Aparente por fase e a somatória das três fases.



Figura 11 – Potência Ativa, Reativa e Aparente na Fase 1
 Fonte: Arquivo pessoal dos autores



Figura 12 – Potência Ativa, Reativa e Aparente na Fase 2
 Fonte: Arquivo pessoal dos autores



Figura 13 – Potência Ativa, Reativa e Aparente na Fase 3
 Fonte: Arquivo pessoal dos autores



Figura 14 – Potências totais Ativa, Reativa e Aparente
 Fonte: Arquivo pessoal dos autores

P_1 : 120,3 W	P_2 : 109,6 W	P_3 : 85,5 W	P_t : 323,0 W
Q_1 : -73,5 VAR	Q_2 : -43,0 VAR	Q_3 : -70,7 VAR	Q_t : -189,1 VAR
S_1 : 147,9 VA	S_2 : 117,7 VA	S_3 : 111,0 VA	S_t : 377,4 VA

Tabela 3 – Potência Ativa, Reativa e Aparente por fase e a somatória das três fases
 Fonte: Adaptado pelos autores com base em Exsto

4.4 Cálculo o fator de potência total e o ângulo de defasagem (d)

Cálculo do fator de potência total e o ângulo de defasagem baseados nos parâmetros anotados no item anterior:

$$FP = \frac{P}{S} \rightarrow FP = \frac{323}{377,4} \rightarrow FP = 0,85586$$

$$\varphi_t = \tan^{-1} \left(\frac{kVA_r}{kW} \right) \rightarrow \varphi_t = \tan^{-1} \left(\frac{-189,1}{323} \right) \rightarrow \varphi_t = -30^\circ 20' 48,46''$$

FP_t:	0,856
φ_t:	-30° 20' 48,46"

Tabela 4 – Fator de potência e ângulo de defasagem calculados

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Exsto

4.5 Comparação entre o fator de potência calculado com o medido (e)

Para acessar ao valor do fator de potência no Smart Cap 485 foi pressionada a tecla FP, sendo possível verificar o fator de potência total e por fase. Digite a tecla “↑” ou “↓” até chegar à tela FPt.

$FP_{calculado}$:	0,856
FP_{medido}:	0,862c

Tabela 5 – Comparação entre o fator de potência calculado com o medido

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Exsto



Figura 15 – Fator de potência medido no Smart Cap 485
 Fonte: Arquivo pessoal dos autores

4.6 Triângulo das potências (f)

Dados os parâmetros medidos de Potência Ativa, Reativa e Aparente por fase e a somatória das três fases, foi desenhado o triângulo de potência.

$$\dot{S}_{3\phi} = P_{3\phi} + jQ_{3\phi}$$

$\dot{S}_{3\phi}$: Potência aparente primária [VA]

$P_{3\phi}$: Potência ativa trifásica [W]

$Q_{3\phi}$: Potência reativa trifásica [VAr]

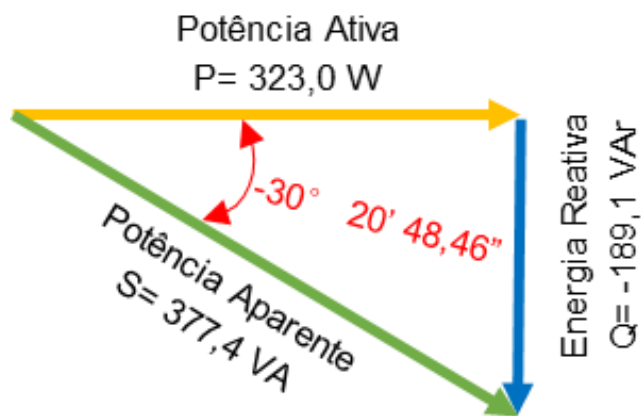


Figura 16 – Triângulo das Potências
 Fonte: Elaborado pelos autores

P_t :	323,0 W
Q_t :	-189,1 VAR
S_t :	377,4 VA
FP_t :	0,856
φ_t :	-30° 20' 48,46"

Tabela 6 – Potências totais ativa, reativa e aparente, fator de potência e cosseno de phi

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Exsto

4.7 Acionamento da chave SW1 mais 480[W] (g)

Acionou-se a chave SW1 mais 480[W], que para ligar o banco de lâmpadas incandescente, bem como acionou-se a chave SW2, para ligar a lâmpada fluorescente. Pressionou-se no SMART CAP 485 a tecla “f1”, visualizando assim o valor de tensão em cada fase, em seguida pressionou-se a tecla “f2”, visualizando assim o valor de corrente em cada fase. Os dados obtidos foram anotados.

Controle	Status	Carga
SW1	On	Resistiva
A	On	180 W
B	Off	300 W
C	Off	
SW2	Off	Lâmpada
SW3	On	
SW4	Off	
SW5	Off	
SW6	Off	
SW7	On	

Tabela 7 – Acionamento da chave SW1 mais 480[W] e Lâmpada

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Exsto

V1:	130,1 V	V2:	130,4 V	V3:	130,3 V
A1:	1,40 A	A2:	1,22 A	A3:	1,10 A

Tabela 8 – Valores das tensões e das correntes nas três fases

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Exsto



Figura 17 – Valores das tensões nas três fases
Fonte: Arquivo pessoal dos autores



Figura 18 – Valores das correntes nas três fases
Fonte: Arquivo pessoal dos autores

4.8 Forma de onda da tensão e corrente (h)

A obtenção da forma de onda da tensão e corrente foi realizada com o auxílio do osciloscópio, utilizando o manual do fabricante como referência para efetuar ligações.

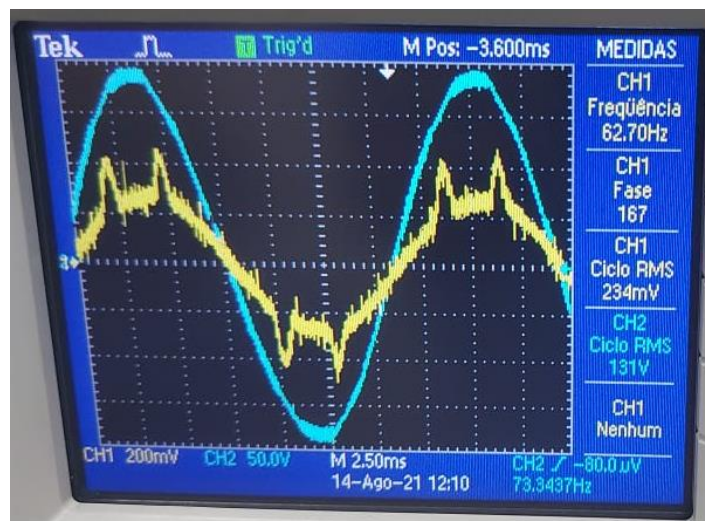


Figura 19 – Forma de onda da tensão e corrente
Fonte: Arquivo pessoal dos autores

O ponto de medida de corrente é apenas para referência da forma de onda e não pode ser considerado para cálculo de fator de potência, pois o filtro utilizado provoca uma defasagem na forma de onda.

4.9 Valores das potências (i)

Foi medido no SMART CAP 485 o valor de Potência Ativa, Reativa e Aparente por fase e a somatória das três fases.



Figura 20 – Potência Ativa, Reativa e Aparente na Fase 1
Fonte: Arquivo pessoal dos autores



Figura 21 – Potência Ativa, Reativa e Aparente na Fase 2
Fonte: Arquivo pessoal dos autores



Figura 22 – Potência Ativa, Reativa e Aparente na Fase 3
Fonte: Arquivo pessoal dos autores



Figura 23 – Potências totais Ativa, Reativa e Aparente
Fonte: Arquivo pessoal dos autores

P_1 : 156,3 W	P_2 : 147,7 W	P_3 : 113,5 W	P_t : 416,7 W
Q_1 : -94,5 VAR	Q_2 : -59,7 VAR	Q_3 : -85,0 VAR	Q_t : -241,9 VAR
S_1 : 182,7 VA	S_2 : 159,4 VA	S_3 : 141,9 VA	S_t : 484,6 VA

Tabela 9 – Potência Ativa, Reativa e Aparente por fase e a somatória das três fases

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Exsto

4.10 Cálculo o fator de potência total e o ângulo de defasagem (j)

Cálculo do fator de potência total e o ângulo de defasagem baseados nos parâmetros anotados no item anterior:

$$FP = \frac{P}{S} \rightarrow FP = \frac{416,7}{484,6} \rightarrow FP = 0,85988$$

$$\varphi_t = \tan^{-1} \left(\frac{kVA_r}{kW} \right) \rightarrow \varphi_t = \tan^{-1} \left(\frac{-241,9}{416,7} \right) \rightarrow \varphi_t = -30^\circ 8' 8,69''$$

FP_t :	0,85988
----------	---------

φ_t :	-30° 8' 8,69"
---------------	---------------

Tabela 10 – Fator de potência e ângulo de defasagem calculados

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Exsto

4.11 Comparação entre o fator de potência calculado com o medido (k)

Para acessar ao valor do fator de potência no Smart Cap 485 foi pressionada a tecla FP, sendo possível verificar o fator de potência total e por fase. Digite a tecla “↑” ou “↓” até chegar à tela FPt.

$FP_{calculado}$:	0,856
--------------------	-------

FP_{medido} :	0,866c
-----------------	--------

Tabela 11 – Comparação entre o fator de potência calculado com o medido

Fonte: Adaptado pelos autores com base em Exsto



Figura 24 – Fator de potência medido no Smart Cap 485
 Fonte: Arquivo pessoal dos autores

4.12 Triângulo das potências (I)

Dados os parâmetros medidos de Potência Ativa, Reativa e Aparente por fase e a somatória das três fases, foi desenhado o triângulo de potência.

$$\dot{S}_{3\phi} = P_{3\phi} + jQ_{3\phi}$$

$\dot{S}_{3\phi}$: Potência aparente primária [VA]

$P_{3\phi}$: Potência ativa trifásica [W]

$Q_{3\phi}$: Potência reativa trifásica [VAR]

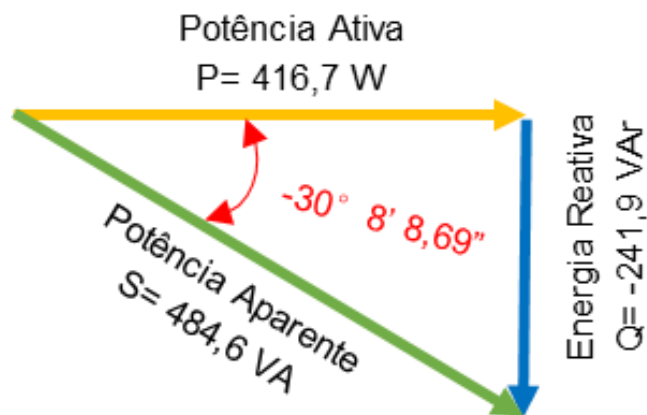


Figura 25 – Triângulo das Potências
 Fonte: Elaborado pelos autores

5 IMPORTÂNCIA DOS CÁLCULOS NO GERENCIAMENTO DE ENERGIA

Neste item será explicado a importância dos cálculos realizados como técnica de gerenciamento de energia.

5.1 Potência Ativa Total

Somatória das três potências ativas medidas, sendo os dados obtidos em cada uma das três fases. É medida em kW.

5.2 Potência Reativa Total

Somatória das três potências reativas medidas, sendo os dados obtidos em cada uma das três fases. É medida em kVAr.

5.3 Potência Aparente Total

Somatória das três potências aparentes medidas, sendo os dados obtidos em cada uma das três fases. A potência aparente é medida em KVA

5.4 Fator de Potência

O fator de potência é uma relação entre potência ativa e potência reativa por consequência energia ativa e reativa. Ele indica a eficiência com a qual a energia está sendo usada.

Assim, os cálculos são imprescindíveis para comparação entre teoria e prática, de modo a fomentar a discussão sobre a qualidade da energia, bem como propor métodos mais eficazes, eficientes e efetivos para a gestão deste recurso.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O desenvolvimento da prática de laboratório sobre “Caracterização de Carga Resistiva e Não Lineares” teve por objetivo apresentar os procedimentos realizados e os dados coletados em experimento de caracterização de cargas resistivas e caracterização e cargas lineares.

Foi realizado o acionamento da chave SW1 mais 480 W e verificado a forma de onda da tensão e corrente, os valores das potências ativa, reativa e aparente, calculado o fator de potência total e o ângulo de defasagem, comparando os valores do fator de potência calculado com o medido e, em seguida, desenhado o triângulo das potências.

Em seguida, foi realizado o acionamento da chave SW1 mais 480W, juntamente com as lâmpadas fluorescentes e ,verificado a forma de onda da tensão e corrente, os valores das potências ativa, reativa e aparente, calculado o fator de potência total e o ângulo de defasagem, comparando os valores do fator de potência calculado com o medido.

Esta segunda parte do relatório não foi muito bem sucedida, pois deveríamos ter desligado a carga inicial; ao não realizar isso, comprometemos os resultados dessa segunda parte do relatório em termos de análise do fator de potência das cargas lineares analisadas de forma isolada.

No caso caracterização de cargas resistivas, isoladamente e, caracterização de cargas resistivas e caracterização e cargas lineares, conjuntamente, não há problemas com os dados deste relatório.

A estrutura metodológica para o desenvolvimento deste experimento foi arquitetada pelo Professor Dr. Hermon Leal Moreira, o qual também orientou a equipe durante a utilização dos equipamentos e coleta de dados, sempre seguindo padrões desempenho baseados em capacidades técnicas, sociais, organizativas e metodológicas, tendo atenção especial aos conceitos de saúde e segurança do trabalho.

7 REFERÊNCIAS

DE BARROS, et al. Gerenciamento de Energia - Ações Administrativas e Técnicas de Uso Adequado da Energia Elétrica“ - São Paulo: Érica, 2016

BAGATTOLI, Sandro Geraldo. Gestão estratégica de energia elétrica. Blumenau: Edifurb, 2012.

BITENCOURT, Rodolfo Pontes; CARVALHO, Lucas Vicente. Demanda e fator de potência - XE501 - manual de operação e manutenção. Exsto Tecnologia Ltda., 2013.

ECCLESTON, Charles H.; MARCH, Frederic; COHEN, Timothy. Inside energy: developing and managing an ISO 50001 energy management system. Florida: CRC Press, 2011.

FLORAX, Raymond J.G.M.; GROOT, Henri L.F. de; MULDER, Peter. Improving energy efficiency through technology trends, investment behaviour and policy design. Massachussets: Edward Elgar, 2012.

SMITH, Craig B.; PARMENTER, Kelly E. Energy, management, principles: Applications, benefits, savings. Elsevier, 2013.